Aus dem gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Bern

Direktor: Prof. Dr. J. Dettling

Beiträge zum Problem der toxikologischen Gefährdung durch Bleiarseniate bei der Schädlingsbekämpfung

Erste Mitteilung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Würde eines Doctor medicinae
der Universität Bern

vorgelegt von

Samuel B. Harris
aus New-York

Buchdruckerei W. Friedli, Aarbergergasse 42, Bern

1942

Auf Antrag des Herrn Prof. Dr. med. J. Dettling von der medizinischen Fakultät zum Druck als Dissertation genehmigt.

Bern, den 16. Juli 1941.

Der Dekan der medizinischen Fakultät:

sig. Prof. Dr. Bluntschli

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Beiträge zum Problem der toxikologischen Gefährdung durch Bleiarseniate bei der Schädlingsbekämpfung

Seit auch in der Schweiz Bleiarseniate als Schädlingsbekämpfungsmittel für Fruchtbäume auf breiter Basis eingeführt sind, hat sich das toxikologische Interesse auch diesem Problem zuwenden müssen. Es handelt sich einerseits um die Frage, ob sich Gesundheitsschädigungen nachweisen lassen bei den Arbeitern, welche mit den Bleiarseniaten umgehen müssen, beim Genuss der Früchte, aber auch ob sich eventl. eine Vergiftung von Gras und Heu ergibt, wenn die Baumkulturen und Grasbenützung auf dem gleichen Gebiete herangezogen werden, wie dies gerade in der Schweiz in Frage kommt, weniger in Amerika, wo meistens diese Kulturpflanzungen getrennt sind. Die vorliegende Arbeit stellt sich die Aufgabe, hauptsächlich die Erfahrungen der Amerikaner, von wo das Verfahren kommt, zusammenzustellen, besonders in Bezug auf die Frage, ob bei einer Arsen- und Bleivergiftung bei Nahrungsmitteln ein bestimmter Toleranzwert (zulässiger Höchstgehalt spez. an Baumfrüchten) gestattet werden könne, nicht nur für die Früchte des Landes, sondern auch für die Einfuhr von Früchten aus Amerika, welche in Friedenszeiten einen beträchtlichen Umfang angenommen hat.

Gleichzeitig wurde mir die Aufgabe gestellt, quantitative Arsen- und Bleibestimmungen vorzunehmen an Material von Kühen und Schafen, welche im Verlaufe von einer Vergiftung durch Bleiarseniate abgetan werden mussten. Es handelt sich aber hauptsächlich darum, die analytischen Zahlen zu eruieren; für eine endgültige Stellungnahme über die Bedeutung einer Verschleppung von Bleiarseniaten von bespritzten Bäumen auf Wiesland besitzen wir noch zu wenig eigenes Beobachtungsmaterial.

Im Vordergrund des klinischen Interesses bei der Vergiftungsmöglichkeit durch Bleiarseniate steht fast ausschliesslich die **chronische** Arsenvergiftung (unter spez. Berücksichtigung der nicht seltenen Idiosyncrasie gegen Arsen), welche praktisch sonst selten ist, indessen die Bleivergiftung beruflicher Art als chronische Vergiftung allgemein bekannt ist und die Aerzteschaft beschäftigt. Es wird im allgemeinen schwierig sein, zu beweisen, dass chronisches Siechtum, chronische Verdauungsstörungen und Neuritiden auf eine solche kombinierte Blei-Arsen-Vergiftung zurückzuführen seien, wenn nicht an die Möglichkeit einer solchen Vergiftung rechtzeitig gedacht wird, und wenn nicht die chemische Analyse angeordnet wird (was nach den bisherigen Erfahrungen wohl äusserst selten der Fall sein dürfte). Die Arbeit hat deshalb auch den Zweck, die Aufmerksamkeit der Aerzteschaft auf dieses Problem zu lenken, spez. auch auf die Frage von Arsen in Milch von Kühen, die Gras und Heu mit Spuren von Bleiarseniaten aufnehmen können. Es wäre überhaupt zu beweisen, dass durch solche Verunreinigungen von Viehfutter eine Resorption von Blei und Arsen stattfindet. Zu diesem Zwecke haben wir die Analyse von 2 Kühen und 1 Schaf durchgeführt.

Die chronische Arsenvergiftung entsteht, wenn dieses Gift beständig in kleinen, an und für sich unschädlichen Quantitäten auf den Körper einwirkt, bekannt in Fällen von ungeeigneter medizinischer Verwendung, bei äusser-

lichem Gebrauch als Pflaster und solchem, bei Benützung von Nahrungsmitteln und Gebrauchsgegenständen von geringem Arsengehalt und endlich bei gewerblicher Vergiftung. Neuerdings wäre also auch mit der Vergiftungsmöglichkeit durch Bleiarseniate an Baumfrüchten oder durch Kuhmilch oder Fleisch von Haustieren zu rechnen. Der chronische Arsenizismus verläuft meistens unter dem Bilde eines chronischen Magen-Darm-Katarrhs, der in späteren Stadien, eventl. mit Fieber, und dessen Begleiterscheinungen einhergehend, einen typhösen oder hektischen Zustand vortäuschen kann. Als Symptome kann man finden: Uebelkeit, Brechneigung bis Erbrechen, Koliken und Druckempfindlichkeit des Leibes, Durchfall, Durst, leichte Stumatitis, Brennen und Kratzen im Halse, Salivation, Appetitlosigkeit; als allgemeine Erscheinungen: Kopfweh, Mattigkeit, Verstimmungen, Schlaflosigkeit, schlechten Ernährungszustand, trockene, welke Haut, Abmagerung bis zu hochgradiger Kachexie, auch Herzbeschwerden können auftreten (Oppressionsgefühl, Praekordialangst, Tachycardie, Tachypneu, „Arsen-Asthma" etc.), ferner Albuminurie. Die Leber kann allmählich vergrössert und verfettet sein, Arsenikterus; Arsendiabetes; häufige Begleiterscheinungen sind Reizzustände und Katarrhe verschiedener Schleimhäute, Konjunktivitis bis Ulcerationen. Bei chronischen Arsenvergiftungen kommen häufig vor Hauterkrankungen im Sinne der Arsenmelanosis, Haarausfall, Nagelwuchsstörungen, Erbleichen der Haare, schmerzhafte Keratosen der Hand- und Fussflächen, verschiedene Herpesarten, Erytheme und Exantheme schwerster Art. Bei den Arsenarbeitern werden auch Geschwüre beobachtet, welche luetischen sehr ähnlich sind (Arsenschanker). — Ferner ist mit dem Auftreten der sogenannten Arsenneuritis zu rechnen, welche mit neckischer Genauigkeit beginnt im Extensor hallucis longus und den Interossei, später auf Extensor digit. communis und tibialis anterior überschreitend, und der Hand (zuerst Opponens und Interossei) — chiropodaler Typus, später auch die Unterschenkel — und selbst die Oberschenkel- und Hüftenmuskulatur, während ein gleichzeitiges zentripetales Weiterschreiten der Lähmung am Arm selten ist (kubitogenualer Typus).

Bei der Resorption von Bleiarseniaten ist aber mit einer kombinierten chronischen Blei- und Arsenvergiftung zu rechnen. Auch das Blei ist ein Gift für Stoffwechsel und Nervensystem, sodass also eher eine Potentierung zu erwarten wäre; jedenfalls ist mit der Möglichkeit einer Bleivergiftung zu rechnen und sind die Bleisymptome in ihrer grossen Variante aufzusuchen: Bleisaum, Lähmungserscheinungen an nervus radialis (indessen Arsen mehr die untern Extremitäten vorzieht), Blei-Koliken, Veränderung des Blutbildes (basophile Tüpfelung), gemeinsam die Schädigung der Leber, der Nieren. Es bleibt darauf hinzuweisen, dass Kinder eine Neigung haben zur Peroneuslähmung!

Zur Wirkung des Arsens

1. Es sind Unterschiede zu machen in Bezug auf die Wertigkeit und auf die Bindungsart des Arsens:

a) V-wertiges Arsen ist an und für sich fast ungiftig, geht aber in reduziertem Milieu sehr leicht in das äusserst giftige

b) III-wertige Arsen über.

c) Komplex gebundenes Arsen, wie z. B. Atoxyl, Salvarsan etc., kommt hier kaum in Frage. Es wirkt in der Regel andersartig und vor allem an ganz anderen Stellen im Organismus, an die es wegen seiner grösseren Löslichkeit und infolge der gewöhnlich parenteral erfolgenden Zufuhr gelangen kann.

d) Idiosynkrasie gegen Arsen ist gar nicht selten und besonders deswegen wichtig, weil man bei der Beurteilung derartiger Fragen stets die schlimmsten Möglichkeiten in Betracht ziehen muss.

e) Grösse der zur Wirkung gelangenden Arsen-Menge. Es liegt hier ein typisches Beispiel für die verschiedene Wirkung kleiner und grosser Dosen desselben Stoffes vor: Arsen in sehr kleinen Dosen: hemmt die Oxydationen, fördert das Wachstum und den Stoffansatz, bewirkt ein Ueberwiegen der assimilatorischen über die dissimilatorischen Stoffwechselvorgänge, steigert wahrscheinlich die Bildung der roten Blutkörperchen etc.
Arsen in grösseren Dosen bewirkt: Gewichtsabnahme, gesteigerten Zerfall von Gewebselementen, entsprechende Hemmung von Organfunktionen, Schädigungen und abnormen Zerfall von roten Blutkörperchen, damit Auftreten von Ikterus, Verfettung von Organen etc. Unzweifelhaft kommen beide Wirkungs-Komplexe in der überwiegenden Zahl von Fällen nebeneinander vor, auch wenn nur kleine Arsen-Gaben verabreicht werden. Diese richtet sich nach der Resistenz und Lebenskraft der einzelnen Organe; je nachdem überwiegt die eine oder andere Wirkung.

f) Die chronische Wirkung des Arsens macht sich besonders bei denjenigen Organen geltend, die durch den Lebensvorgang am meisten und am vielseitigsten in Anspruch genommen sind. Demnach in Leber, Niere, Kapillaren, Blut. Arsen ist also durchaus nicht indifferent, es zeigt schon in ausserordentlich kleinen Mengen sehr deutliche Wirkungen, die man auf keinen Fall von einem Nahrungs- oder Genussmittel wünscht. Es ist also durchaus am Platze, hier Stellung zu beziehen, bevor weitgehende Schädigungen durch Arsen eintreten.

2. Die dosis maxima von Acidum arsenicosum beträgt in der Medikamentation:

simplex 0,005 g, besser nur 0,001 g
pro die 0,015 g
bei Solutio Fowleri (Kalium arsenicosum) kann man schon von 0,1 mg an toxische Wirkungen sehen.

Bei der Toxikologie des Arsens ist immer zu berücksichtigen die Idiosynkrasie, die man schon bei ca. 0,001 gr Arsen finden kann, anderseits die Angewöhnung an Arsen, besonders bekannt geworden durch die sogenannten Arsenophagen.

3. Wenn die Möglichkeit besteht, dass durch Bleiarseniate als Schädlingsbekämpfungsmittel kombinierte Blei-Arsen-Vergiftungen entstehen können, so muss sich die Aufmerksamkeit der Aerzteschaft auf dieses Problem richten, schon weil von Anfang an mit einer schwierigen Differential-Diagnose zu rechnen ist. Zu diesem Zwecke haben wir hauptsächlich die amerikanische Literatur bearbeitet.

I.

A. Amerikanische toxikologische Erfahrungen mit Bleiarseniaten

Einer gemeinschaftlichen Arbeit aus den Universitäten von Stanford und Montana in den Vereinigten Staaten von Nordamerika [1]) aus dem Jahre 1908 entnehmen wir folgende Feststellung: „Zuverlässige Daten auf dem Gebiete der Arsenvergiftung bei Tieren sind sehr spärlich vorhanden und die Angaben in den gebräuchlichen Lehrbüchern sind so widersprechend, dass ein definitiver Schluss, was denn eigentlich die letale Dosis von Arsen für Pferde, Kühe oder Schafe sei, aus ihnen allein nicht möglich ist". Obgleich die eben zitierte Arbeit schon sehr alt ist, ist sie doch eine der besten Quellen experimenteller Forschung auf diesem Gebiete. Nach den Ergebnissen obgenannter Forscher ging ein Pferd nach achttägiger Verfütterung von Heu, das 0,285 mg Arsenik pro kg enthielt zu Grunde, ein Schaf nach Darreichung von Gras, das 0,062 mg Arsenik pro kg, und Moos, das 0,405 mg Arsenik pro kg enthielt. Es sind Ergebnisse angeführt, nach denen eine Dosis von 2,71 g Arsenik pro Tag nach zwei Tagen ein Pferd tötete, und ferner, dass 0,0451 g Arsenik pro Tag ein hundert Pfund schweres Schaf in ungefähr 30 Tagen tötete. Dieselbe Quelle gibt die maximale, nicht toxische Menge für eine 1.000 Pfund schwere Kuh mit 0,677 g pro Tag an.

Bei einem Gerichtsverfahren, das eine Viehvergiftung durch Verfütterung von Gras, das angeblich durch Dampfniederschläge in der Nähe einer Kupferschmelze vergiftet war, zu verhandeln hatte, machte ein bekannter amerikanischer Arzt die Aussage, dass eine tägliche Dosis von 1,290 bis 1,935 für Monate bei Kühen keine äusseren Veränderungen hervorgerufen habe. Selbst bei sorgfältiger Sektion hätten keine pathologischen Veränderungen gefunden werden können. Dieser Arzt gibt dann weiter an, dass die noch nicht toxische Dosis für Schafe etwa 0,258 bis 0,516 g betrage [2]). Aehnliche Angaben veröffentlichte nach Untersuchungen die „California Agricultural Experiment Station" [3]).

In „Soil Sciende" [4]) 1936 finden wir interessante Angaben über Wirkungen von Arsen im Erdboden auf Pflanzen. Es wurde nicht nur nachgewiesen, dass Ernten an Gerste und Klee auf mit Arsen behandeltem Boden geringer ausfielen, sondern es konnte auch gezeigt werden, dass Gerstenhalme und Aehren etwa 0,01 bis 0,175 mg Arsen pro kg und die Wurzeln 0,788 bis 1,64 mg Arsen pro kg enthielten. Blei wurde in ähnlichen Mengenverhältnissen gefunden, allerdings nur in Wurzeln, während nur Spuren davon in den Halmen enthalten waren. Untersuchungen, durchgeführt vom „Bureau of Entomology" in New Jersey, U. S. A., von Erde, die zur Vernichtung der „Japanese beetle" intensiv mit Arseniat behandelt worden war, ergaben, abgesehen von wenigen Ausnahmen, folgende interessante Erscheinungen an 30 verschiedenen Gemüsesorten: Herabgesetztes Aufgehen der Saaten der gebräuchlichen Gemüsesorten, deutlich verlangsamtes Wachstum mit Verminderung des Ertrages. Was die substanzielle Aufnahme von Arsen anbelangt, so konnte nur in den folgenden 4 Gemüsearten Arsen in genügender Menge gefunden werden:

Salat	0,003 mg pro kg
Zwiebel	0,009 mg pro kg
Rettich	0,004 mg pro kg
Wasserrübe	0,0015 mg pro kg

Diese Mengen sind verschwindend klein im Vergleich zu den grossen Arsenmengen, die dem Boden im Laufe der Behandlungen zugeführt wurden. Wenn genügend stichhaltig nachgewiesen werden könnte, dass nur diese Gemüse, die in verhältnismässig kleinen Portionen genossen werden, geringe Mengen der Giftstoffe aufnehmen, so dürfte man annehmen, dass die Volksgesundheit dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt werde, zumal auch angesichts der Tatsache, dass der mit Arsen behandelte Boden wenig ertragsreich sei (?).

Arsen in Milch

Es ist bekannt, dass bei Menschen nach Arsenmedikation Arsen in der Milch nachweisbar ist. Nach einem Memorandum, herausgegeben von der Nahrungsmittelabteilung des United States Department of Agriculture sind jedoch genaue Angaben über Arsengehalt in Kuhmilch sehr spärlich. Reihenuntersuchungen an Kuhmilch, konzentrierter Milch und Käse ergaben nur vereinzelt nachweisbare Arsenmengen und meist handelte es sich dabei nur um Spuren. In einer der Arbeiten [5]) konnten wir einige Zahlen für Kuhmilch finden. Die Kühe erhielten Heu, das einen ungefähren Arsengehalt von 0,1 bis 0,135 mg pro kg hatte. Die höchsten Arsenwerte in der **Milch** dieser Kühe waren in mg pro kg:

5 Kühe	0,0029 mg pro kg
5 Kühe	0,0034 mg pro kg
1 Kuh	0,0042 mg pro kg
1 Kuh	0,0057 mg pro kg

(Bei unsern eigenen Analysen haben wir in einem kg der

Kuh I gefunden	0,03 mgr pro kg
Kuh II	0,014 mgr pro kg).

Es hält schwer, diese Zahlen als Maximalwerte anzusehen; aber auch dann wäre die Möglichkeit einer Arsenintoxikation bei erwachsenen Menschen, ja sogar bei Kälbern oder Schweinen sehr unwahrscheinlich. Auch bezüglich des Arsengehaltes in Organen enthält die oben zitierte Publikation Angaben. Es ist angeführt, dass Leber bis zu 0,06 mg pro kg Arsen enthalten kann. Keine Werte finden wir für Muskelfleisch, dagegen aber den Befund eines anderen Autors mit 0,0038 mg pro kg angeführt, wobei der Kuh täglich 0,36 bis 0,48 g Arsenik 44 Tage lang verabreicht wurden. In einer weiteren Arbeit finden sich Angaben über den Arsengehalt im Hühnerfleisch [6]). Der Gehalt im Keulen- und Brustfleisch war in einigen Fällen bei arsengefütterten Tieren nur wenig höher, als in dem der Kontrolltiere. In anderen Fällen schwankten die Werte wieder von 0,001 bis 0,002 mg pro kg. In inneren Organen wie Magen, Herz und Leber waren die Werte etwas höher, etwa 0,002 bis 0,01 mg pro kg. Aehnliche Ergebnisse sind bei Versuchen an Ratten in der katholischen Universität in Washington D. C. gefunden worden [7]). Einer Zeitschrift, herausgegeben vom Department of Agriculture entnehmen wir folgende Angaben bezüglich der Beimischung von Arsen und Blei in

Nahrungsmittel. Das Nahrungsmittel- und Drogengesetz in den U. S. A. verbietet ausdrücklich den Versand von Nahrungsmitteln, die giftige, oder sonstwie gesundheitsschädigende Zusätze enthalten. Der oberste Gerichtshof der Vereinigten Staaten hat diesen Vorbehalt besonders nachdrücklich verschärft; denn es muss angenommen werden, dass diese Nahrungsmittel sowohl von „Starken und Schwachen, Alten und Jungen, Gesunden und Kranken" genossen werden, und wenn sie „auf Grund irgendeines giftigen oder sonstwie verderblichen Zusatzstoffes möglicherweise die Gesundheit schädigen, so sollen sie in den Machtbereich dieses Gesetzes fallen".

Im Jahre 1927 wurde eine Zahl führender Toxikologen zu einer Konferenz einberufen, um die Arsen- und Bleimenge festzulegen, deren Vorhandensein Nahrungsmittel für den Genuss unbrauchbar macht. Zu dieser Zeit stunden schon Ergebnisse von „Experimenten an Menschen" zur Verfügung, die einen Hinweis geben konnten. Um 1900 war in England eine ausgedehnte Epidemie von Arsenvergiftungen durch den Genuss von arsenhaltigem Bier hervorgerufen worden. Auch in England entdeckte ein Arzt um die Mitte des 18. Jahrhunderts, dass die sogenannte „Devonshire Colic" in Wirklichkeit eine Bleivergiftung war, die auf Apfelwein zurückzuführen war, der durch Bleirohre geleitet wurde. In den Vereinigten Staaten gab es ähnliche „Epidemien" von Bleivergiftungen, verursacht durch Trinkwasser, das durch Bleileitungsrohre floss. Auf diesen Angaben nun beruhen die sogenannten Toleranzwerte dieser Gifte bei besprayten Früchten. Die **Verträglichkeitswerte** wurden angegeben für Arsen bei 1,43 mg pro kg Nahrung und für Blei bei 3,5 mg pro kg Nahrung.

Wenn auch eine Spraybehandlung mit Bleiarsenat in der Insektenbekämpfung bei Gemüsen nicht gerade erforderlich erscheint, so hat man dagegen für die Aepfel- und Birnenkulturen bisher noch kein weniger giftiges Ersatzmittel gefunden. Die handelsübliche Säuberung der besprengten Früchte ist derart vervollkommt worden, dass das Gefahrenmoment gegenüber früheren Jahren weitgehend reduziert worden ist. Die Regierung rät dem Verbraucher, um ganz sicher zu gehen und auch noch die letzten Spuren von Arsen zu beseitigen, die „natürlichen Vertiefungen" der Früchte und deren Schalen wegzuwerfen.

Erst kürzlich sind von der Food- und Drugsadministration, Department of Agriculture, U. S. A., chemische Methoden für den **Bleinachweis** veröffentlicht worden, die eine schlüssige Antwort auf die Frage geben: „Ist der Bleigehalt dieses Stoffes möglicherweise schädlich?" Die „noch sicheren Werte" für Blei und Arsen betragen demnach weniger als **1,4 (Arsen) und 2,5 mg (Blei)** pro kg Nahrung. Seit der Vervollkommung dieser Untersuchungsmethoden sind etwa 1200 Proben verschiedenster Nahrungsmittel verschiedener Orte auf Arsen und etwa 2000 auf Bleigehalt untersucht worden. Besonderes Gewicht wurde auf solche Nahrungsmittel gelegt, die vorzugsweise von Kindern genossen werden, wie Milch, Süssigkeiten, Schokolade und Marmelade. In keinem Falle konnten zur Beunruhigung anlassgebende Werte entdeckt werden; weder in flüssiger noch evaporierter Milch konnten Mengen von Blei oder Arsen gefunden werden, die als gesundheitsschädigend angesehen wurden. In flüssiger Milch betrug der Bleiwert durchschnittlich 1/150 des Toleranzwertes, wobei der Maximalbefund etwa 1/20 vor der Toleranzgrenze lag. Kuh- und Frauenmilch enthalten Blei zu etwa 1/100 des Toleranz-

wertes. In mehreren hundert Proben von Marmelade wurde in 2 oder 3 Fällen Blei in einer Menge gefunden, die wenig über dem „noch sicheren Werte" lag. Bei Sardinen wurden häufig hohe Bleiwerte gefunden, doch konnte der Fehler auf minderwertige Behälter zurückgeführt werden. Bei den gewöhnlichen Gemüse- und Früchtekonserven wurde nie ein zu hoher Bleiwert festgestellt. Unter 100 Proben von Kakao und Schokoladenprodukten konnten nur solche aus 2 Fabriken entdeckt werden, die ihre Produkte in Folien mit hohem Bleigehalt verpackt hatten. Als Quelle dieser Verunreinigung wurde die zufällige, äusserst selten vorkommende Mitverarbeitung kleiner Bleisiegel entdeckt, mit denen manche ausländische Firmen die Kakaosäcke vor dem Versand verschliessen. Der einzige andere Befund eines zu hohen Bleigehaltes war bedingt durch Bleifolien, mit denen Teekisten ausgeschlagen wurden, und auch dieser Fehler wurde schnell beseitigt. Ob bei unseren üblichen Nahrungsmitteln Arsenverunreinigungen vorkommen, die nicht durch Sprayrückstände bedingt sind, ist bisher nicht untersucht worden.

Das United States Department of Agriculture, Bureau of Chemistry, veröffentlichte im Jahre 1910 die Ergebnisse einer Untersuchungsserie, durchgeführt vom Vorsteher dieser Abteilung, bezüglich des nachteiligen Einflusses von Dämpfen auf Pflanzenwuchs und Tierleben in der Nähe von Metallschmelzen, unter besonderer Berücksichtigung einer Fabrik in Anaconda, Montana [15]). Diese Untersuchungen waren in Zusammenarbeit mit dem Bureau für Forstverwaltung über einen Zeitraum von 8 Jahren und in gewissen Abständen durchgeführt worden. Unter der Ueberschrift „Ueber Arsengehalt der Heuernte in der Nähe der Washoe-Schmelze" werden hier folgende Feststellungen gemacht: „Die frühere Untersuchung, durchgeführt im Jahre 1906, hatte gezeigt, dass die verarbeiteten Erze Arsen enthalten, von dem ein Teil als Dampf entweicht und sich auf die Vegetation der Umgebung niederschlägt. Die Untersuchungen im Jahre 1908 wurden durchgeführt, um zu bestimmen, ob sich das Arsen auf dem Gras der nahebei gelegenen staatlichen Domäne niederschlägt. Zu diesem Zwecke wurden 33 Grasproben aus verschiedenen Richtungen und Entfernungen von etwa 4½ bis 24 km von der Fabrikanlage behoben. Alle Proben, mit nur einer Ausnahme, stammten aus der staatlichen Domäne und dem Nationalforst. Arsen wurde in beträchtlicher Menge in allen Proben gefunden, und meist waren grosse Mengen davon in wasserlöslicher Form vorhanden". Es ist unnötig, hinzuzufügen, dass solches Gras als Viehfutter ungeeignet ist. Die Zusammenfassung dieser Arbeit stellt fest, dass "sich grosse Arsenmengen **aus der Metallschmelze** verflüchtigen und sich auf dem Gras der Regierungsfarmen bis in Entfernungen von 24 km niederschlagen. Solches „arseniertes" Gras ist kein bekömmliches Viehfutter".

Es soll nun eine kurze Zusammenfassung einer überaus wichtigen Arbeit von 1936 folgen, die über Sprayrückstände handelt [8]).

„Sprayrückstände auf Nahrungsmitteln sind seit etwa 20 Jahren ein Problem für das Department of Agriculture. Dieses Department hat von 1915 bis 1919 die praktische Durchführung der Spraybehandlung überwacht und damit Untersuchungen der marktfertigen Früchte verbunden. Das Ergebnis zeigte, dass in Fällen, in denen die Anwendung des Sprays in der vom Bureau of Entomology vorgeschlagenen Weise geschah, Sprayrückstände nur

in einer Menge vorhanden waren, die nach Ansicht des Ministeriums unter Berücksichtigung der Toxicität von Blei und Arsen nicht als gesundheitsschädlich anzusprechen sind. Im Jahre 1919 wurde in Boston von der Gesundheitsbehörde eine Schiffsladung Birnen beschlagnahmt, die grosse Mengen Sprayrückstände in Form von Arseniat enthielten; in einigen Fällen waren es Mengen, die pro Birne etwa der Hälfte der üblichen therapeutischen Dosis gleichkamen. Dieses Ereignis war den Beamten ein Zeichen, dass die Insektenplage zunahm, mit einem dadurch vermehrten Gebrauch von Insektenvernichtungsmitteln. Eine Konferenz der Obstzüchter, einberufen vom Bureau of Chemistry, wurde in Washington abgehalten. Es wurde beschlossen, die Produkte von überschüssigen Sprayrückständen zu säubern, bevor sie auf den Markt gebracht werden. Alle Beamten des Bureau of Chemistry, welches damals das Bundesgesetz über Früchte und Drogen durchführte, wurden zu sorgfältigster Ueberwachung der Früchte produzierenden Gegenden, besonders der westlichen Staaten, angewiesen. Dieser Feldzug wurde aber bald wieder aufgegeben, und die Speditionsfirmen erhielten Anweisung, vor dem Verladen der Früchte sichtbare Sprayrückstände zu entfernen.

Das Department of Agriculture nahm als sicher an, dass das herausgegebene „Spraychema" streng befolgt werde, und dass somit gründliches Abreiben der Früchte vor dem Verladen einen sicheren Schutz darstelle. Um der wachsenden Insektenplage zu begegnen, gingen die Obstgeber nicht nur zu weitergehendem Spraygebrauch über, sondern sie benützten sogar Bindemittel in Form von Casein oder Oel, um die Haftung des Giftstoffes an der Frucht zu erhöhen. Untersuchungen zeigten, dass blosses Abreiben der Früchte nicht ausreichte in den Fällen, in denen ein Bindemittel benützt worden war. Entfernen der sichtbaren Sprayrückstände kam einer gründlichen Entgiftung nicht gleich. Das Department of Agriculture in Gemeinschaft mit Forschungsstationen ging nun dazu über, besondere Reinigungsmethoden zu entwickeln, und das Bureau of Chemistry brachte eine Lösung zum Waschen der Früchte heraus, die im Jahre 1926 patentiert wurde. Im Anschluss daran entwickelte das Bureau of plant industry (eine Unterabteilung des Bureaus of Agriculture) eine besondere Waschvorrichtung.

Ungefähr um dieselbe Zeit, etwa im Jahre 1925, berichtete die englische Presse über Krankheitsfälle nach Genuss von amerikanischen Aepfeln. England setzte die amerikanischen Firmen davon in Kenntnis, dass angesichts des hohen Gehalts an Spraygiften, amerikanische Früchte nicht mehr angenommen würden, wenn sie nicht den von der Königlich Britischen Kommission (welche die Fälle von Bleivergiftung in Manchester um die Jahrhundertwende untersucht hatte) aufgestellten Richtlinien entsprächen. Der darin festgelegte Grenzwert, bekannt unter der Bezeichnung „internationaler Toleranzwert" liegt für Arsen bei **1,43 mg** pro kg Nahrungsmittel.

Durch Zusammenarbeit der Industrie mit Staats- und Bundesbeamten wurde für die Hauptproduzenten, nämlich die westlichen Staaten, ein Plan ausgearbeitet, nach dem zur Verladung gelangendes Obst ein Zeugnis darüber erhält, dass der Giftgehalt nicht höher als der festgesetzte Toleranzwert ist. Dieser Plan ist noch heute in Wirkung. Er fordert adaequate Feldüberwachung durch staatlich geprüfte Fachmänner, die von der Industrie be-

zahlt werden müssen . Zu versendende Früchte werden vom Bureau of Agriculture ausserdem ihrer Güte nach in verschiedene Klassen eingeteilt.

Um dieselbe Zeit (1925/1926) berief das Bureau of Agriculture eine Kommission von Fachmännern ein, um über die Wirkung kleiner Mengen dieser toxischen Substanzen zu beraten. Diese Kommission trat im Frühjahr 1927 unter Vorsitz von Dr. Reed Hunt, von der medizinischen Fakultät der Harvard Universität in Washington, zusammen. Am Schlusse dieser Beratungen setzte diese Kommission das Bureau of Agriculture davon in Kenntnis, dass es von den beiden Elementen Blei und Arsen, die fast durchwegs zur Insektenvernichtung benützt werden, Blei als das bedeutsamere ansehe. Das Ministerium verlangte daher von den Obstzüchtern gleichzeitige Berücksichtigung des Toleranzwertes beider Stoffe und setzte das Verhältnis von Blei zu Arsen im handelsüblichen Bleiarseniat mit $2\frac{1}{2} : 1$ fest. Nach vielen Analysen stellte sich später heraus, dass nicht in allen Fällen dieses Verhältnis vorhanden war; der Reinigungsprozess war nicht in gleicher Weise für beide Elemente wirksam. Dadurch wurde eine schnell auszuführende, genaue Methode des quantitativen Bleinachweises erforderlich.

Die Nahrungsmittel- und Drogenverwaltungsstelle, die im Jahre 1927 die Durchführung dieser Aufgabe übernahm, konnte schliesslich eine Methode des Bleinachweises vorlegen, mit deren Hilfe die Bestimmung des Bleigehaltes in 30 Minuten möglich wurde, wo früher 3 Tage erforderlich waren.

Im Jahre 1933 gab das Bureau of Agriculture neben dem Toleranzwert für Arsen erstmalig einen Verträglichkeitswert für Blei heraus, und im Jahre 1935 wurden diese Werte wie folgt festgelegt:

Arsen	**1,43 mg pro kg Nahrung**
Blei	**2,50 mg pro kg Nahrung.**

Die Einhaltung dieser Werte wird von der Nahrungsmittel- und Drogenverwaltungsstelle strikte gefordert. Die Staats- und städtischen Behörden arbeiten wirksam im inner- und zwischenstaatlichen Handel mit.

Diese Forschungsarbeit wird im Bureau of Agriculture fortgesetzt, und es besteht die Hoffnung, dass ein gleich wirksames, aber weniger giftiges Ersatzmittel für Bleiarseniat gefunden wird.

Um die besondere Wichtigkeit der Frischbi'schen Arbeit [8]) zu betonen, soll eine Zusammenfassung in des Autors eigenen Worten auszugsweise folgen: „Was die Sprayrückstände auf Nahrungsmittel anbelangt, so haben die verschiedenen Unterabteilungen dieses Ministeriums alle ihre Hilfsmittel eingesetzt für Forschung, Aufklärung und zur Berichtigung vorhandener Fehler durch ausgleichende Massnahmen. Sie werden diese Arbeit fortführen und auf Grund der Ergebnisse glaubt die Nahrungsmittel- und Drogenverwaltungsstelle sagen zu dürfen, dass die im zwischenstaatlichen Handel befindlichen Früchte und Gemüse praktisch frei von giftigen Rückständen sind. Wir werden aber nicht eher zufriedengestellt sein, bis wir nicht — nach besserer Ueberwachung seitens der staatlichen Gesundheitsbeamten — vertrauensvoll sagen können, dass wirklich alle Früchte und Gemüse, die einer Spraybehandlung unterzogen worden sind, für den menschlichen Gebrauch absolut sicher sind".

Bevor wir unsere eigenen Untersuchungen besprechen, halten wir es für wichtig, eine Arbeit von **Fairhall und Neal,** United States Public Health

Service, zu citieren[9]). Darin findet sich folgende Stelle: „Angesichts der grossen Mengen von Bleiarseniat, das als Spraymaterial zur Insektenvertilgung allgemein üblich ist, erscheinen weitere Informationen über das Verhalten des Bleiarseniats im menschlichen Körper wünschenswert. Bisher fehlte ausreichendes Wissen bezüglich:

1. des Masses, in dem Bleiarseniat absorbiert wird,
2. des Weges, auf dem das einmal absorbierte Material ausgeschieden wird,
3. der Wirkung kleiner Dosen auf den menschlichen Organismus und
4. der Wirkung von Ammoniumchlorid in Verbindung mit calzium-armer Diät auf eine mögliche Speicherung von Bleiarseniat.

Die folgenden Untersuchungen wurden durchgeführt als ein Versuch, Klärung in diese Fragen zu bringen und besonders, um möglicherweise irgendwelche schädlichen Wirkungen nach kleinen Mengen Bleiarseniat aufzudecken. Es wurde angenommen, dass sich die Bestimmung der Arsen- und Bleibilanz nach Aufnahme gewichtsmässig bekannter Mengen Bleiarseniat bei der Lösung dieses Fragenkomplexes als nützlich erweisen würde.

Sorgfältige Kontrolle ist in einer solchen Versuchsdurchführung, begonnen von der anfänglichen Aufnahme bis zum Abschluss der chemischen Analyse erforderlich, um Verluste oder Verunreinigungen zu verhindern. Aus diesem Grunde kamen Tierversuche a l l e i n nicht in Frage, und es wurden zusätzlich besonders zuverlässige Versuchspersonen herangezogen".

Zusammenfassung der Ergebnisse von Fairhall und Neal:

100 mg Bleiarseniat wurden 10 Tage lang bei gleichmässiger Nahrung 2 Versuchspersonen verabreicht. Der Grad der Absorption, der Ausscheidungsweg und die Giftigkeit wurden ausgewertet. Schwankungen des Calziumgehaltes der Nahrung und die Wirkung der Aenderung des Jonengehaltes, hervorgerufen durch Ammoniumchlorid, wurden studiert. Während das Bleiarseniat völlig im Körper aufgespalten wurde, konnte eine nachteilige Wirkung auf das Wohlbefinden der beiden Versuchspersonen nicht festgestellt werden, die der Bleiarseniatverabreichung hätte zugeschrieben werden müssen. Der grössere Teil des Blei und Arsen, das von dem eingenommenen Bleiarseniat herstammte, konnte direkt nachgewiesen werden, und es wurde gefunden, dass das Blei via Rectum, das Arsen hingegen via Niere ausgeschieden wurde.

Schnellmethode der Bleibestimmung in U.S.A.

Eine dieser Methoden ist die Vorhes-Clifford Schnellmethode der Bestimmung von Bleibespritzung von Früchten.

Reagenzien: Oelsaures Natrium.

Herstellung: Zu 45 ccm 30 % Natronlauge und 400 ccm Wasser (in einem 1,5 Liter Becherglas) fügt man langsam, bei gleichzeitigem Erhitzen und Umrühren, 90 g Oleinsäure hinzu.

Die Mischung wird im Dampfbad erhitzt, bis die entstandene Seife vollkommen gelöst ist. Nach Abkühlung verdünnt man auf 1 Liter und filtriert.

Bestimmung: Man nehme 1400 g Obst, welche Menge 10 oder mehr Aepfel oder Birnen entspricht, oder man nehme 350 g Kirschen, reisse oder schneide die Stengel ab und exponiere die Verbindungsstelle zwischen Stengel und Frucht. Stütze die Kelchblätter, lasse die Stengel und Kelchblatt in einen breiten Trichter fallen, der in einer 500 ccm volumetrischen Flasche steckt. Füge hinzu 25 ccm einer 3 %igen Natronlauge in einem 600 ccm grossen Becherglas, 175 ccm Wasser und 25 ccm Natriumoleinat und bringe das Ganze zum Kochen. Spiesse jede Frucht auf einen spitzigen Glasstab und tauche in die basische Lösung, rotiere langsam bis die Frucht schält und entferne sie durch die Trichter und bespüle mit einer Waschflasche die heisse Salpetersäure (1 : 49) oder heisse Salzsäure (3 : 97) enthält. Wenn auch Arsen bestimmt werden soll, entferne langsam Stengel und Kelchende und lasse die Spülflüssigkeit auch über die Stengel und Kelche in die Becher fliessen. Wenn alle Früchte in dieser Weise behandelt sind, kühle die alkalische Lösung und schütte sie durch den Trichter zur sauren Lösung in die Flasche. Spüle das Becherglas und den Trichter mit der zurückbleibenden Säure und mit Wasser, verwende dabei die ganzen 250 ccm der Spülsäure. Kühle es ab und bestimme das Volumen. Man gebe in einen Kolben 10 ccm konzentrierter Salpeter- oder Salzsäure entsprechend der Spülsäure. Mische gründlich die Probelösung, entferne 100 ccm mit einer Pipette und füge dies zur Säure in die Flasche hinzu, wirble dabei die Flüssigkeit heftig. Filtriere durch ein Schnellfilter, im Falle dass die erste Portion trübe ist, schütte sie auf die Filter zurück bis ein klares Filtrat erreicht ist. Fülle drei kleine Flaschen, die einen Glasstöpsel haben mit je 20 ccm des Filtrates. Füge zu jeder Flasche 10 ccm einer Ammoniumzitrat-Kaliumcyanidlösung (löse 10 g Kalium oder Natriumcyanid und 10 g Zitronensäure in 500 ccm Ammoniak [spez. Gewicht 0,90] und verdünne auf einen Liter). Ferner gebe man in einer Flasche 20 ccm Dithizon (Diphenylthiocarbozon). Standardlösung, die durch Lösung von 20 mg reinem Dithizon in einem Liter Chloroform hergestellt wurde. In die anderen zwei Flaschen gebe man 20 ccm reines Chloroform. Schüttle die Flaschen eine Minute lang. Ueberschütte den Inhalt der Flaschen in Nestlerröhren und lasse die Schichten sich separieren. Vergleiche die Farben der tiefen Schichten in den Probegläsern mit der Standardlösung in einer Eprouvette, gefüllt mit reinem Chloroform und eine welche das Chloroform-Dithizon enthält. Wenn die Konzentrationen zu gross sind, wiederhole das Ganze mit einem bestimmten Verhältnisteil des Filtrates aufgefüllt mit einer „Blanke" Lösung, zu 20 ccm. Die Standardlösungen werden folgendermassen hergestellt: Gib in zwei 1 Liter Flaschen 47,5 ccm einer 30 %igen Natronlauge. Entsprechend der Spülsäure 100 ccm konzentrierte Salpetersäure oder 104,6 ccm konzentrierter Salzsäure. Gib in einen Kolben 7,27 mg Blei genommen von einer Vorratslösung, die 2 mg Blei (3.197 mg Bleinitrat Pb $(No_3)_2$) per ccm in 1 % Salpetersäure enthält. Bezeichne die Flasche als „Standard", die andere als „Blank". Verdünne beide Lösungen entsprechend der Volumina und mische. Durch Kombination beider Lösungen in entsprechenden Portionen kann das Equivalent eines jeden Pb-Gehaltes von 0 bis 0,02 grain/1b. erhalten werden.

Die folgende Tabelle gibt die Quantitäten der Standard- und Blanklösungen an, die zu den Nestlerröhren hinzugefügt werden muss, um die verschiedenen Stufen zu erreichen. Sie können am besten mit Pueretten in den Röhren gemessen werden.

Grains/1b	Standard	Blank
0,000	0,0	20,0
0,002	2,0	18,0
0,004	4,0	16,0
0,006	6,0	14,0
0,008	8,0	12,0
0,010	10,0	10,0
0,012	12,0	8,0
0,014	14,0	6,0
0,016	16,0	4,0
0,018	18,0	2,0
0,020	20,0	0,0

Grains per pfund x 143 = p.p.m (pfund pro million)
1 p.p. m ≙ 1 mg in 1.000.000 mg ≙
1 mg in 1000 g ≙ 0,1 mg in 100 g
1 γ = 0,001 mg = 1 gamma.

Füge weitere 10 ccm der Ammoniumcitrat-Kaliumcyanidlösung hinzu und 20 ccm einer Standard Dithizonlösung. Schüttle kräftig 1 Minute lang und lasse dann die Schichten sich separieren. Die Farbe der tieferen Schichten wird mit der Standardlösung verglichen.

B. Schweizerische Erfahrungen zur Bleiarseniatfrage

1. In der Schweiz hat im Jahre 1929 die Jahresversammlung des Verbandes anal. Chemiker zu dieser Frage Stellung genommen. Dabei wurde auf folgende Erfahrungen aufmerksam gemacht:

Untersuchungen im zürch. kant. Laboratorium: Es gelang bisher in keinem Falle, Arsen in Wein oder seiner Hefe, noch in Obstwein oder seiner Hefe oder Trester nachzuweisen, obschon alle Produkte von Bäumen, bzw. von Trauben stammten, die mit Blei-Arseniat gespritzt worden waren.

Untersuchungen in Lausanne (Arragon, Jahresbericht 1928): Walliserwein mit 4—5 mg Arsen pro L.; Arsen-Gehalt ging nach dem Abziehen von der Hefe sukzessive zurück und verschwand ganz; die Hefe blieb arsenhaltig. Die Trauben waren wahrscheinlich übermässig gespritzt.

Von vielen anderen Untersuchungen seien noch besonders diejenigen von Lendrich und Mayer in Hamburg hervorgehoben, die sich auf Obst beziehen.

Es wurden Arsen-Gehalte beobachtet, die pro 1 Apfel 0,013—1,854 mg Arsenik betrugen, wobei dies noch nicht die Höchstmengen zu sein brauchen.

Kobert berichtet von einer Massenvergiftung von Hunderten von Personen durch ein Bier, bei dem arsenhaltiger Kartoffelzucker zur Herstellung verwendet wurde.

Angesichts solcher Zahlen und insbesondere wegen der Tatsache, dass sich der Arsengehalt von bespritztem Obst nur zu einem kleinen Teil entfernen lässt, sieht man sich gezwungen, hier sehr energische Vorschriften über das Inverkehrbringen von solchem Obst in erster Linie, anderseits aber auch von sämtlichen Nahrungs- und Genussmitteln aufzustellen.

In England wurde die Vorschrift erlassen, dass der Höchstgehalt von Aepfeln an Arsen pro 1b (453 g) 0,6 mg Arsen betragen dürfe. Dies macht pro kg 1,43 mg Arsen aus, eine Zahl, die viel zu hoch gegriffen erscheint.

In Berücksichtigung:

1. der Tatsache, dass Arsen schon in äusserst geringen Dosen deutliche und bei Lebensmitteln durchaus unerwünschte Wirkungen zeigt;
2. der nicht seltenen Idiosynkrasie-Möglichkeiten;
3. der stets zunehmenden Rohkost-Manie, nach der Obst und Gemüse in grossen Mengen womöglich mit Stumpf und Stiel vertilgt werden,

erscheint der folgende Antrag nicht zu hoch gegriffen:

Der höchstzulässige Arsengehalt in Nahrungs- und Genussmitteln beträgt 0,1 mg Arsen pro kg.

Dieser Auffassung pflichten auch die Pharmakologen Prof. Cloetta und Dr. Wolfer, ferner Prof. Silberschmidt bei.

Selbstverständlich würde es nicht schaden, auch den absichtlichen Arsen-Zusatz zu Lebensmitteln zu verbieten, obschon man nicht in der Lage ist, nachträglich festzustellen, ob das Arsen auf absichtlichem, unabsichtlichem oder auf natürlichem Wege in das Lebensmittel hineingekommen ist.

Ausnahme: Es braucht kaum gesagt zu werden, dass arsenhaltige, natürliche Mineralwasser (Val Sinestra, Levico und dergl.) von dieser Bestimmung nicht ergriffen werden sollen; sie gehören ihrer Art nach nicht zu den Lebensmitteln, sondern zu den Heilmitteln und werden nur nach genauer ärztlicher Vorschrift (häufig sogar löffelweise Dosierung) eingenommen.

Zur Zeit wird in der Schweiz Bleiarseniat zur Kartoffelkäferbekämpfung 2 basisch in 1½ % Aufschwemmung ($PbHAsO_4$) für Obst und Weinbau, 2—3 basisch, oder 3 basisch allein, in 1 % Aufschwemmung ($Pb_3(AsO_4)_2$) je nachdem ca. halb und halb vermischt mit einer Binde- und Schwebemasse (Haftmittel), das wahrscheinlich keine giftigen Stoffe enthält, verwendet. Dieses Material werde nach den kant. bern. Vorschriften den landwirtschaftlichen Genossenschaften in Konservenbüchsen abgegeben.

2. Beschluss des Regierungsrates des Kantons Bern betr. Abgabe und Verwendung von Bleiarseniat von 1941

Art. 1. Der Verband landwirtschaftlicher Genossenschaften von Bern und benachbarter Kantone wird als Zentralstelle für die Abgabe von arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung der Obstbaumschädlinge in den Jahren 1941 und 1942 bezeichnet. Der Verband wird ermächtigt, Abgabestellen zu errichten, deren Wahl der Genehmigung der Zentralstelle für Obstbau in Oeschberg unterliegt.

Art. 2. Die Abgabe erfolgt gegen Vorlage eines vom Benützer ausgestellten Bezugsscheines, der mit einer Empfehlung der Gemeindebehörde zu versehen ist, gemäss § 62 der Verordnung vom 3. November 1933 über die Apotheken.

Art. 3. Die Verwendung von arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln ist nur unter den in diesen Vorschriften enthaltenen und durch Gebrauchsanweisung

sich weiter ergebenden Einschränkungen zur Bespritzung von Kern- und Steinobstbäumen und Weiden gestattet.

Die arsenhaltigen Präparate dürfen ausschliesslich als Spritzmittel Verwendung finden. Das Verstäuben arsenhaltiger Produkte wie auch deren Anwendung im Gemüsebau ist verboten.

Art. 4. Es dürfen nur folgende arsenhaltige Pflanzenschutzmittel angewendet werden: Kalkarseniat und Bleiarseniat. Die Zentralstelle für Obstbau in Oeschberg ist ermächtigt, zu Versuchszwecken auch andere arsenhaltige Pflanzenschutzmittel zu bewilligen.

Bleiarseniat oder Kalkarseniat dürfen nur zu nachstehenden Zeiten angewendet werden:

Bleiarseniat oder Kalkarseniat an Sommerapfel-, Sommerbirnen-, Zwetschgen- und Pflaumenbäumen nach der Ernte bis vier Wochen nach der Blüte mit Ausschluss der Blütezeit;

bei Herbst- und Spätäpfel- und Birnbäumen bis fünf Wochen nach der Blüte mit Ausschluss der Blütezeit.

Bleiarseniat oder Kalkarseniat an Kirsch-, Aprikosen- und Pfirsichbäumen nach der Ernte bis vor dem Aufgehen der Blüten.

An Kirsch-, Aprikosen- und Pfirsichbäumen darf nach Abfall der Blütenblätter bis 14 Tage später nur noch Kalkarseniat verwendet werden.

Art. 5. Arsenhaltige Pflanzenschutzmittel dürfen nur in solchen Obstanlagen angewendet werden, in denen nicht Gemüse oder Beerenobst als Unterkultur vorhanden ist.

Art. 6. Das Herstellen, Abwägen, Mischen, Zubereiten, Aufbewahren und jedes sonstige Hantieren mit arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln ist in Räumen, in denen Lebensmittel vorhanden sind, sowie in Wohn- und Schlafräumen vorboten.

Art. 7. Die Abgabe von arsenhaltigen Pflanzenschutzmitteln an Jugendliche unter 16 Jahren, Geistesschwache, Trinker, sowie Personen mit offenen Wunden ist verboten; denselben ist jedes Hantieren mit diesem Stoffe untersagt.

Art. 8. Arsenhaltige Pflanzenschutzmittel dürfen nur in verschlossenen Räumen aufbewahrt werden.

Der Verkauf dieser Substanzen ist nur in hermetisch verschlossenen Originalpackungen gestattet. Diese Packungen müssen gut sicht- und lesbar folgende Angaben tragen:

a) Bezeichnung Gift und Totenkopfzeichen,
b) Angabe der wirksamen Substanz,
c) Anwendung,
d) Vorsichtsmassnahmen.

Das Anbringen von Phantasienamen auf den Packungen ist verboten.

Art. 9. Widerhandlungen gegen diese Vorschriften werden gemäss Dekret betr. die Strafbestimmungen über Widerhandlungen gegen Verordnungen, Reglemente und Beschlüsse des Regierungsrates vom 1. März 1858 bestraft.

Art. 10. Die Sanitätsdirektion wird ermächtigt, die weitern Ausführungsbestimmungen im Sinne des vorliegenden Beschlusses zu erlassen.

Art. 11. Apotheker, Drogisten und andere Giftverkäufer, die wie bisher zur Abgabe von Giften berechtigt sind, haben sich auch an obige Vorschriften über die Abgabe und Verwendung von Bleiarseniat zu halten.

Bern, den 30. Mai 1941.

3. Aus dem Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz 1931 entnehmen wir aus einem Berichte von Prof. Dr. R. Burri, Vorsteher der Eidg. milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Liebefeld-Bern folgende Mitteilung:

„Obstbaumbespritzung in ihrer Einwirkung auf Milch und Käse.

Dieser Versuch wurde auf Anregung der Kantonalen Schule für Obst- und Gartenbau in O. durchgeführt. Die Bespritzung wurde bei 12 Lieferanten der Käsereigenossenschaft U., welche zusammen etwa die Hälfte der Käsereimilch liefern, kurz vor der Obstblüte und kurz nach dem Verblühen vorgenommen. Etwa 10 Tage nach der Bespritzung wurde das Gras der betreffenden Hofstatten gemäht und verfüttert. Die Milch wurde separat verkäst. Die Milch aus den Ställen der Lieferanten, welche keine Bespritzung ausführen liessen, diente als Kontrolle.

Das Ergebnis der ersten Bespritzung war ein ausgesprochen ungünstiger Einfluss des betreffenden Futters auf die Kühe. Stark verminderte Fresslust, zum Teil Durchfall und vor allem ein sehr starker Rückgang des Milchertrages waren zu verzeichnen. Bei der zweiten Bespritzung sind diese Erscheinungen nicht eingetreten. Der Unterschied beruhte jedenfalls darauf, dass nach der ersten Bespritzung keine Niederschläge fielen, während nach der zweiten Bespritzung heftige Regengüsse die Bespritzungsmittel (Bleiarseniat und Schwefelkalk) von den Pflanzen abgewaschen hatten.

Die während den Versuchsperioden in der Anstalt Liebefeld vorgenommenen Prüfungen der Milch auf Arsengehalt liessen eine deutliche Erhöhung dieses Gehaltes, welcher in normaler Milch durchschnittlich etwa 2 Tausendstel Milligramm pro 100 gr beträgt, nicht erkennen.

Die Käse der Bespritzungsgruppe und der Kontrollgruppe wiesen keinen deutlichen Qualitätsunterschied auf.

Aus dem Versuch geht ohne Zweifel hervor, dass die Bespritzung für die Viehhaltung mit gewissen Gefahren verbunden ist, hauptsächlich dann, wenn die Tiere Futter vorgesetzt bekommen, an dem Bespritzungsmittel haften, was bei niederschlagsarmer Witterung in der auf die Bespritzung folgenden Zeit leicht der Fall sein kann. Gegen Schäden der genannten Art schützt

sich der Landwirt zweckmässig durch Abmähen des Futters unter den Bäumen vor der Bespritzung oder noch besser durch Dörren des mit dem Bespritzungsmittel verunreinigtem Futters. Es scheint nämlich, dass hauptsächlich die flüchtigen bei der Zersetzung des Schwefelkalks entstehenden Bestandteile (Schwefelwasserstoff) bei den Tieren Eckel erregen und damit die Verweigerung der Futteraufnahme und den Rückgang der Milch bedingen."

Aus dem Tätigkeitsbericht der kant. Zentralstelle zur Förderung des Obstbaues und der Obstverwertung in O. 1932 entnehmen wir folgendes:

„Versuch in U.

Dieser Versuch sollte vor allem die Antwort auf die Frage geben, welchen Einfluss das Spritzgras auf die Kühe und auf die Käsereitauglichkeit der Milch habe. In zuvorkommender Weise ist uns hier die Versuchskäserei in U. entgegen gekommen, indem sie sich zur Mithilfe der Durchführung des Versuches bereit erklärt hat.

In den Hofstatten von zwölf Bauern konnten die Bäume mit Schwefelkalkbrühe + Bleiarseniat in der üblichen Konzentration bespritzt werden. Das Gras unter den Bäumen wurde vorher nicht abgemäht.

Sämtliche zwölf Bauern begannen mit der Verfütterung des Spritzgrases nach 10 Tagen der Bespritzung. Zur Kontrolle hatten zwölf andere Landwirte am selben Tag auch die Fütterung gewechselt, indem sie das Gras in unbespritzten Hofstatten mähten. Die Milch der beiden Gruppenproduzenten gelangte getrennt zur Verarbeitung. Der Umstand wollte es, dass nach der Spritzung bis zur Verfütterung keine Niederschläge fielen, somit wies das eine Gras bei der Verfütterung starke Spritzflecken auf. Die Folgen davon äusserten sich in Appetitlosigkeit der Tiere, Durchfall und Rückgang an der Milchleistung. In zwei Fällen hat Herr Dr. S., Tierarzt, der die Ställe unter Aufsicht hatte, Vergiftungen festgestellt. So ungünstig diese Erscheinungen für die Bespritzung ausfielen, so konnten später bei den hergestellten Käsen keine praktischen Qualitätsunterschiede festgestellt werden. Interessant scheint uns der Umstand, dass bei Wiederholung des Versuches bei einer späteren Bespritzung die ungünstigen Folgen für die Tiere nicht auftraten. Dies erklärt sich dadurch, weil zwischen der Spritzzeit und der Verfütterung mehrere Niederschläge fielen.

Der Versuch darf nicht als abgeschlossen erachtet werden und soll später fortgesetzt werden.

Zur Abklärung der Frage, ob die Bespritzung einen ungünstigen Einfluss auf die Bienen habe, bot der Versuch im Lindenhof ein wertvolles Objekt, da die dortigen Bienen auf den bespritzten Baumbestand angewiesen waren. Ist doch die ganze Hofstatt durch einen Gürtel hoher Tannen eingeschlossen. Herr Dr. Morgenthaler von der Versuchsanstalt Liebefeld-Bern hat den Bienenstand beobachtet, wie übrigens auch an verschiedenen andern Orten, wo Bäume der Bespritzung unterzogen wurden. Er gab seine Befunde in der Schweiz. Bienenzeitung Nr. 6, 1930 bekannt, auf welche wir verweisen möchten. Nachteilige Erscheinungen konnten keine festgestellt werden."

4. **Aus dem Material des Gerichtl.-mediz. Institutes der Universität Bern**

1940 waren stark verwesene Organteile zu untersuchen von einem umgestandenen Schaf, bei dem der Verdacht bestand, es habe mit Bleiarseniat bespritztes Gras bekommen.

Zusammenfassung: In den uns zur Untersuchung übergegebenen 200 gr Organteilen des umgestandenen Schafes konnten durch die chemische Analyse **2,35 mg Arsen** gefunden werden. Mit diesem Befund dürfte die Einnahme einer toxisch wirkenden Menge von Bleiarseniat durch das Schaf erwiesen sein.

Organmaterial von einer Kuh aus F., welche am Tage, nachdem sie in ein mit Bleiarseniat bespritztes Kartoffelfeld eingedrungen war und dort von den bespritzten Blättern gefressen hatte, umstand; aus 140 gr Mageninhalt konnten 74 mg Arsen isoliert werden (entsprechend einem Gehalte von 0,82 % As_2O_5).

II.

Eigene Untersuchungen

Zur quantitativen Analyse auf Blei und Arsen wurde dem gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Bern zur Verfügung gestellt:

1 Schaf einer landwirtschaftlichen Schule, und Urin, Kot und Milch von zwei Kühen mit Verdacht auf eine kombinierte Bleiarseniat-Vergiftung.

Die Methode der Arsenbestimmungen

Die gewogenen Organteile und Flüssigkeiten wurden in einem Kolben nach der Schwefel-Salpetersäuremethode zerstört. Aus der erhaltenen, mineralisierten Lösung wurde das Arsen nach der Methode von Gangl als Metall im Glührohr niedergeschlagen, und der entstandene Arsenspiegel mit Jodmonochlorid oxydiert und gelöst.

Das hierbei ausgeschiedene Jod wurde mit 0,001 m Jodatlösung zurücktitriert.

1 ccm 0,001 m Jodatlösung entsprechen 0,060 mg Arsen.

Versuchsprotokolle:

Schaf der Landwirtschaftlichen Schule Rüti, gewogen am 8. Juli 1934 im Gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Bern.

Gewichte:	Kopf und Extremitäten	Ko.	20,800
	Lungen mit Herz	„	1,700
	Leber	„	1,800
	Nieren (zusammen)	„	0,190
	Thymus	„	0,480
	Magen	„	1,950
	Mageninhalt	„	1,800
	Darminhalt	„	0,450
	Wolle (nur von Kopf vorhanden)	„	0,500
	Totalgewicht	**Ko.**	**33,920**

Material für die Untersuchung konserviert: Leber, Nieren, Thymus, Magen, Mageninhalt, Darminhalt, Därme, Muskel, Knochen, Wolle.

Untersuchungsmaterialien von Kuh I:
Milch, Urin, Kot, Blut und Haare.

Untersuchungsmaterialien von Kuh II:
Milch, Urin, Kot, Blut und Haare.

Kuh I. Urin, verarbeitete Menge **1000 ccm**

Jodtitration:

verbrauchte 0,001 mol. Jodatlösung — 1,50 ccm
1 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As — 0,060 mg As
1,5 ccm mol. Jodatlösung = 90 γ As — 0,090 mg As

0,090 mg As = 0,12 mg As_2O_3 in 1000 ccm Urin.

Kuh I. Kot, verarbeitete Menge **500 g**

Jodtitration:

verbrauchte 0,001 mol. Jodatlösung — 1,00 ccm
1,0 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As — 0,060 mg As

0,060 mg As = 0,080 mg As_2O_3 in 500 g Kot.

Kuh I. Milch, verarbeitete Menge **500 ccm**

Jodtitration:

verbrauchte Jodatlösung — 0,25 ccm
1,0 ccm 0,01 mol. Jodatlösung = 60 γ As — 0,060 mg As
0,25 ccm mol. Jodatlösung = 15 γ As — 0,015 mg As

0,015 mg As = 0,02 mg As_2O_3 in 500 ccm Milch.

Kuh I, Blut, verarbeitete Menge **100 g**

Jodattitration:

verbrauchte Jodatlösung — 1,20 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As — 0,060 mg As
1,20 ccm 0,001 Jodatlösung = 72 γ As — 0,072 mg As

0,072 mg As = 0,095 mg As_2O_3 in 100 g Blut.

Kuh II, Urin, verarbeitete Menge **1000 ccm**

Jodattitration:

verbrauchte Menge an Jodatlösung — = 0,38 ccm
1 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As — = 0,060 mg As
0,38 ccm mol. Jodatlösung = 23 γ As — = 0,023 mg As

0,023 mg As = 0,030 mg As_2O_3 in 1000 ccm Urin.

Kuh II, Kot, verarbeitete Menge **500 g**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 0,55 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
0,55 ccm 0,001 Jodatlösung = 33 γ As

0,033 mg As = 0,044 mg As_2O_3 in 500 g Kot.

Kuh II, Milch, verarbeitete Menge **500 ccm**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 0,12 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
0,12 ccm 0,001 Jodatlösung = 7 γ As

0,007 mg As = 0,009 mg As_2O_3 in 500 ccm Milch.

Kuh II, Blut, verarbeitete Menge **100 ccm**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 0,45 ccm
1 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As
0,45 ccm mol. Jodatlösung = 27 γ As

0,027 mg As = 0,036 mg As_2O_3 in 100 g Blut.

I. Organgemisch Schaf, bestehend aus: 200 g Leber, Nieren, Magen, Därme, Darminhalt, Muskel, Knochen.

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 2,35 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
2,35 ccm 0,001 Jodatlösung = 141 γ As

0,141 mg As = 0,186 mg As_2O_3 in 200 g Organgemisch.

Bestimmung der einzelnen Organe: Schaf

II. Leber, verarbeitete Menge **100 g**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 2,90 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
2,90 ccm 0,001 Jodatlösung = 174 γ As

0,174 mg As = 0,230 mg As_2O_3 in 100 g Leber

III. Nieren, verarbeitete Menge **100 g** (Gemisch beider Nieren)

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 2,10 ccm
1 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As
2,10 ccm mol. Jodatlösung = 126 γ As

0,126 mg As = 0,166 mg As_2O_3 in 100 g Gemisch beider Nieren.

IV. Magen mit Mageninhalt, verarbeitete Menge **100 g**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 1,40 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
1,40 ccm 0,001 Jodatlösung = 84 γ As

0,084 mg As = 0,111 mg As_2O_3 in 100 g Magen mit Inhalt.

V. Därme mit Inhalt, verarbeitete Menge **100 g**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 1,70 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
1,70 ccm 0,001 Jodatlösung = 102 γ As

0,102 mg As = 0,135 mg As_2O_3 in 100 g Därmen mit Inhalt.

VI. Muskel, verarbeitete Menge **100 g**

Jodattitration:

verbrauchte ccm Jodatlösung = 0,42 ccm
1 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As
0,42 ccm mol. Jodatlösung = 25 γ As

0,025 mg As = 0,033 mg As_2O_3 in 100 g Muskel.

VII. Knochen, verarbeitete Menge **100 g**

Jodattitration:

verbrauchte Menge Jodatlösung = 0,10 ccm
1 ccm 0,001 mol. Jodatlösung = 60 γ As
0,10 ccm mol. Jodatlösung = 6 γ As

0,006 mg As = 0,008 mg As_2O_3 in 100 g Knochen.

VIII. Wolle, verarbeitete Menge **25 g**

Jodattitration:

verbrauchte Menge Jodatlösung = 0,02 ccm
1 ccm mol. 0,001 Jodatlösung = 60 γ As
25 g Wolle 0,02 ccm Jodatlösung = 1,2 γ As

100 g Wolle folglich 0,0048 mg As 0,0063 mg As_2O_3
(Acute, nicht chronische Vergiftung).

Bleiwerte

Bei Urin, Blut und Milch wurde die übliche Bleibestimmungsmethode nach Schmidt und Weyrauch angewandt; für die Organe die Bestimmungsmethode nach Danckwortt unter Anwendung der jodometrischen Chromatmethode nach Saase.

Die erhaltenen Ergebnisse folgen:

Kuh I, Urin, verarbeitete Menge **1000 ccm**

verbrauchte	Bleinitrat Standardlösung	= 5,20 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,10 mg Blei
5,20 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,52 mg Blei

Grenzwert ca. 0,1 mg für 1500 ccm Urin.

Kuh II, Urin, verarbeitete Menge **1000 ccm**

verbrauchte	Bleinitrat Standardlösung	= 2,70 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,1 mg Blei
2,70 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,27 mg Blei

Kuh I, Blut, verarbeitete Menge **100 g**

verbrauchte	Bleinitrat Standardlösung	= 2,40 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,10 mg Blei
2,4 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,24 mg Blei

Grenzwert ca. 0,06 mg für 100 g Blut.

Kuh II, Blut, verbrauchte Menge **100 g**

verbrauchte	Bleinitrat Standardlösung	= 0,09 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,10 mg Blei
0,09 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,09 mg Blei

Kuh I, Milch, verarbeitete Menge **100 g**

verbrauchte Menge	Bleinitrat Standardlösung	= 0,60 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,10 mg Blei
0,6 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,06 mg Blei

Kuh II, Milch, verarbeitete Menge **100 g**

verbrauchte	Bleinitrat Standardlösung	= 0,20 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,10 mg Blei
0,20 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,02 mg Blei

Bleiergebnisse vom Schaf

I. Organgemisch, 200 g, bestehend aus Leber, Nieren, Magen mit Inhalt, Därme mit Inhalt, Muskel, Knochen.

verbrauchte Menge	n/100 Thiosulfatlösung	= 3,40 ccm
1,0 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,6907 mg Blei
3,40 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 2,35 mg Blei

II. Blut, 100 g, Methode Schmidt, Weyrauch, wie üblich:

verbrauchte	Bleinitrat Standardlösung	6,40 ccm
1,0 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,10 mg Blei
6,40 ccm	Bleinitrat Standardlösung	= 0,64 mg Blei

III. Leber, 200 g, verarbeitete Menge

verbrauchte	n/100 Thiosulfatlösung	1,80 ccm
1,0 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,6907 mg Blei
1,80 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 1,25 mg Blei

IV. Nieren (nur noch 50 g)

verbrauchte	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,32 ccm
1,0 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,6907 mg Blei
0,32 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,221 mg Blei

das sind in 200 g Nieren = 0,884 mg Blei.

V. Magen und Mageninhalt, verarbeitete Menge 200 g

verbrauchte	n/100 Thiosulfatlösung	1,20 ccm
1,0 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,6907 mg Blei
1,20 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= **0,83 mg Blei**

VI. Därme mit Inhalt, verarbeitete Menge 200 g

verbrauchte	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,70 ccm
1,0 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= 0,6907 mg Blei
0,70 ccm	n/100 Thiosulfatlösung	= **0,49 mg Blei**

In der **Wolle** konnte der Bleigehalt zufolge der zu geringen Menge Untersuchungsmaterial nicht bestimmt werden.

Zusammenfassung der Resultate bezogen auf 1000 ccm bei Flüssigkeiten, oder 1 kg für feste Körper.

Kuh I.	Urin	Arsen	0,090 mg
		Blei	0,52 mg
Kuh II.	Urin	Arsen	0,23 mg
		Blei	0,27 mg
Kuh I.	Kot	Arsen	0,120 mg
		Blei	nicht bestimmt
Kuh II.	Kot	Arsen	0,066 mg
		Blei	nicht bestimmt
Kuh I.	Blut	Arsen	0,72 mg
		Blei	0,46 mg
Kuh II.	Blut	Arsen	0,27 mg
		Blei	0,9 mg
Kuh I.	Milch	Arsen	0,030 mg
		Blei	0,6 mg

Kuh II. Milch	Arsen	0,014 mg
	Blei	0,2 mg
I. Organgemisch Schaf	Arsen	0,705 mg
	Blei	11,75 mg
II. Leber	Arsen	1,74 mg
	Blei	6,25 mg
III. Nieren	Arsen	1,26 mg
	Blei	1,424 mg
IV. Magen mit Mageninhalt	Arsen	0,84 mg
	Blei	4,15 mg
V. Därme mit Inhalt	Arsen	1,02 mg
	Blei	2,45 mg
VI. Muskel	Arsen	0,25 mg
	Blei	nicht bestimmt
VII. Knochen	Arsen	0,06 mg
	Blei	nicht bestimmt
VIII. Wolle	Arsen	0,048 mg
	Blei	nicht bestimmt
IX. Blut	Arsen	nicht bestimmt
	Blei	6,4 mg

III.

Diskussion des Materials

Angesichts der wachsenden Besorgnis bezüglich der Vergiftungsgefahr durch Sprayrückstände seitens der Bevölkerung und der Aerzte erscheinen unsere Untersuchungen auf diesem Gebiete mitteilenswert. Nach umfangreichem Studium der einschlägigen Literatur mussten wir feststellen, dass die Angaben bezüglich der Giftigkeit des Bleiarseniats sehr widersprechend sind. Als Beweis dafür sei eine Stelle aus einer Arbeit von Carlson [10]) angeführt: „Die tägliche Minimaldosis, die erforderlich ist, um eine sichere Bleivergiftung hervorzurufen, wechselt mit dem Autor und der Zeitspanne, die erforderlich ist, um definitive Vergiftungssymptome aufkommen zu lassen". Beispielsweise gibt Sollmann [11]) an, dass tägliche Gaben von 10 bis 20 mg schwere Vergiftungserscheinungen hervorrufen, während Gaertner diese schon bei 4 bis 7 mg pro Tag innerhalb weniger Monate beobachtet hat. Andere Autoren halten Dosen von 1 mg pro Tag schon für ausreichend, um Vergiftungen hervorzurufen. Selbstverständlich treten diese Erscheinungen mit höheren Dosen prompter und schwerer auf.

Eine beträchtliche Toleranz gegen Arsen kann antrainiert werden, sodass das Vielfache einer Dosis, die als Anfangsgabe schwer toxisch sein würde, später ohne irgendwelche nachteilige Folgen genommen werden könne.

Die vollständige Pharmakologie kleiner Blei- und Arsendosen über eine lange Zeitspanne hingenommen, ist noch nicht geschrieben worden. Gewöhn-

lich wird angenommen, dass Bleimengen, die unter der toxischen Dosis liegen, gefahrlos seien. Künftige Forschung wird wahrscheinlich zeigen, dass diese Annahme unrichtig ist.

Das Schaf, das zu unseren Versuchen benutzt wurde, ging an Bleiarseniatvergiftung zu Grunde. Die Organe dieses Tieres wurden auf Blei und Arsen untersucht. Die Ergebnisse (siehe Protokoll) zeigen, dass toxische Werte von Blei und Arsen gefunden wurden, und dass Toleranzwerte für Nahrungsmittel beträchtlich überschritten wurde. Die spärlich in der Literatur niedergelegten Statistiken sind so widersprechend, dass sie zu Vergleichen nicht herangezogen werden können. Immer noch ist die toxische Dosis des Bleiarseniats ein umstrittener Punkt.

Wir glauben, dass Bleiarseniat als Insektenvernichtungsmittel für das Vieh schädlich ist, und über diesen Weg für den Menschen. Unser Versuchsschaf ging ein nach Verfütterung von Gras, das auf mit Bleiarseniat behandeltem Boden gewachsen war.

Unsere Arbeit soll nur einen Beginn darstellen. Die Unterschiedlichkeit der Ansichten der einzelnen Autoren zeigt, dass umfassende Forschung künftig erforderlich ist.

Auch optimistische Autoren geben zu, dass Kühe, Pferde und Schafe nach Verfütterung von Heu, das verhältnismässig hohe Mengen Bleiarseniat enthält, eingehen können und auch wirklich eingehen. Mit Bleiarseniat behandelter Boden liefert Ernten, die zum Genuss für Mensch und Tier ungeeignet sind. Der Umstand, dass einige Menschen und Tiere daran nicht zu Grunde gehen, bedeutet als Endergebnis nicht, dass keine Wirkung des Bleiarseniats vorliegt, sondern nur eine zufällige, ungenügende Resorbtion der betreffenden Individuen.

Wir zitieren eine Arbeit über chronische Arsenvergiftungen, hervorgerufen durch Bleiarseniatrückstände [12]). Eine Frau arbeitete während der Einlegezeit von 1929 bis 1934, indem sie Aepfel und Birnen schälte. Schmerz und Ausschlag entwickelte sich an den Fingern der linken Hand. Dieser Zustand verschlimmerte sich, sodass ärztliche Behandlung erforderlich wurde. Man fand, dass die Erscheinungen von Bleiarseniatrückständen auf den Früchten bedingt waren. Die Frage, ob Bleiarseniat enthaltende Insektenvernichtungsmittel gesundheitsschädlich seien, haben wir ja schon oben beantwortet.

Im Sommer 1933 wurden Aerzte aus Los Angeles und Umgebung gerufen, um eine überraschend grosse Zahl akuter gastro-enteritis zu behandeln. In den meisten Fällen handelte es sich um Erbrechen, Durchfälle und Leibschmerzen, manchmal war Fieber vorhanden, in anderen Fällen wieder blutiger Stuhl und Urin, kalte Schweisse und schweres Krankheitsgefühl. Dank des umsichtigen Vorgehens der lokalen Gesundheitsbehörde wurden diese Fälle schnell als Arsenvergiftungen aufgeklärt. In einer Ortschaft konnten 30 Fälle auf Krautgericht zurückgeführt werden. Kraut, das von demselben Platz zur Untersuchung entnommen wurde, zeigte bei der Analyse mehr als die 35-fache Menge von Bleiarseniat, als der von der Regierung festgelegte „Sicherheitswert". Ein Kind aus der Nachbarschaft wurde nach Genuss einer ungeschälten Birne von schweren Krankheitserscheinungen befallen. Drei andere Kinder, die gewaschene Birnen von demselben Platze gegessen hatten,

erkrankten nicht. Die Analyse ungewaschener Birnen dieser Gegend zeigte nahezu das 54-fache des „Sicherheitswertes" für Bleiarseniat. Ausser an Kraut und Birnen wurde Arsen noch an Sellerie und Spinat von verschiedenen Märkten dieser Gegenden gefunden. Ein Mann wurde von schwerem, unstillbarem Erbrechen befallen, das mehrere Stunden andauerte; eine ältere Frau, deren Abendbrot in der Hauptsache aus gekochtem Spinat bestanden hatte, wachte am nächsten Morgen mit Erbrechen, Durchfall und kaltem Schweiss auf. Stuhl, Urin und Erbrochenes aller dieser Fälle wurde von den provinzialen Gesundheitsbehörden untersucht und ergaben Arsen und Blei in bedeutenden Mengen.

In den übrigen Beispielen löste die Zusammenarbeit der Aerzte mit den lokalen Gesundheitsbehörden und die energischen Massnahmen der letzteren das Problem. Der klinische Patient jedoch, der wegen seiner vieldeutigen chronischen Beschwerden das Krankenhaus aufsucht, wird kaum vom Arzte im akuten Stadium gesehen, aber sorgfältiges Fragen wird oft eine Krankengeschichte ergeben von „verdorbenem Magen nach Genuss von Blattgemüsen", oder Angaben wie „ich kann keinen Salat essen, ohne dass ich Leibkrämpfe bekomme". Nicht alle Fälle, die allgemein unter der Bezeichnung „Ptomaine poisoning" (Nahrungsmittelvergiftung) laufen, sind durch die Paratyphus B-Gruppe hervorgerufen. Wie in den Fällen von Los Angeles, ist mit gutem Grund anzunehmen, dass es neben den verhältnismässig wenigen Personen, die genügende Mengen von Bleiarseniat aufnahmen, die zu ausgesprochenen Vergiftungserscheinungen führten, es eine viel grössere Anzahl von Leuten geben muss mit zu geringfügigen Symptomen, um ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen. Und doch sind diese Fälle auch gefährlich, da das auslösende Uebel nicht beseitigt wird.

Bleiarseniate an Früchten sind eine Krankheitsquelle, der wir alle früher oder später einmal ausgesetzt sein können. Es ist leicht, diese Tatsache, wie es das „Handelsblatt" tut, mit der witzigen Bemerkung von der Hand zu weisen, dass man auf einen Anlauf 3 Scheffel Aepfel essen müsse, um sich eine geringe Menge von Bleiarseniat in Form von Sprayrückständen einzuverleiben. Wenn der Durchschnittsbürger eine arsenhaltige Diät einnehmen will, so hat er mit seinen üblichen Mahlzeiten erst einen guten Anfang gemacht. In einem gelegentlichen Gläschen Wein kann er sich Arsen bis zu 2 mg pro Liter zuführen [13]). Eine Vergiftungsepidemie unter französischen Seeleuten im Jahre 1932 war zurückzuführen auf Genuss von Weinen, die etwa 3 bis 12 mg Arsen pro Liter enthielten. Mit einem gewöhnlichen Apfel kann man unter Umständen 5 mg metallisches Arsen verzehren [14]). Nach Untersuchungen des Los Angeles County Board of Health enthielten einzelne Birnen bis 6,5 mg metallisches Arsen.

IV.

Schlussfolgerungen

Gestützt auf die in der Literatur niedergelegten amerikanischen und schweizerischen Erfahrungen mit Bleiarseniaten als Schädlingsbekämpfungsmittel und unsere eigenen Analysen von 3 Haustieren mit Bleiarseniat-Vergiftung sind folgende Gesichtspunkte hervorzuheben:

1. Es ist bei den Bleiarseniat-Bespritzungen von Obstbäumen sehr darauf zu achten, ob das Material auf mit Gras bewachsenem Boden in Berührung kommt. Es ist ein offenes Problem, ob es überhaupt gestattet ist, bei kombinierter Kulturausnützung (Wiesland und Obstbäume) Bespritzungen der Bäume mit Bleiarseniat vorzunehmen. Unsere Untersuchungen an einem Schaf, das an einer Bleiarseniat-Vergiftung zu Grunde ging, und an den Exkrementen und der Milch von 2 Kühen bewiesen, dass Arsen und Blei resorbiert worden sind, wofür nur das Gras in Frage kommt aus der Umgebung von Bäumen, welche mit Bleiarseniat bespritzt worden waren.

   Die Toleranzwerte des Bureau of Agriculture scheinen uns zu hoch gegriffen. Es wurden folgende Toleranzwerte angenommen:

   Arsen 1,43 mg pro kg Nahrung,

   Blei 2,50 mg pro kg Nahrung.

   Als höchstzulässigen Arsengehalt in Nahrungsmitteln kann nach den bisherigen Erfahrungen nach der schweizerischen Stellungnahme höchstens **0,1 mg** Arsen pro kg Nahrungsstoff in Betracht kommen. Im allgemeinen ist daran festzuhalten, dass die Nahrungsmittel Blei- und Arsenfrei sind.

2. Die Tatsache, dass Kühe, Pferde und Schafe nach Genuss von Futter, das verhältnismässig grosse Mengen von Bleiarseniat enthält, eingehen, wird selbst von optimistischen Forschern nicht abgelehnt.

3. Die Gefahr der Gesundheitsschädigung des Menschen nach Genuss von Fleisch dieser Tiere erscheint gegeben.

4. Gesundheitsbeeinträchtigung durch Genuss von Milch dieser Tiere lässt sich bei den sehr spärlich vorhandenen Angaben noch nicht abschätzen; es handelt sich hier aber um ein offenes Problem.

5. Die Bleiarseniatbehandlung des Bodens soll die Ernte verringern und stellt eine schwere Bedrohung der Volksgesundheit dar. Die amerikanischen Erfahrungen und die Beobachtungen in der Schweiz beweisen zur Genüge, wie wichtig dieses Problem für die öffentliche Gesundheitspflege ist. Es sollten deshalb Mittel und Wege gefunden werden, diese Untersuchungen auf breiter Basis durchzuführen, wobei hauptsächlichst das Augenmerk zu richten ist auf das Verhalten der Bleiarseniate in der Erde und im Graswuchs, unter und in der Umgebung von Bäumen, welche mit Bleiarseniaten bestäubt worden sind. Die Probleme, welche von Fairhall und Neal 1929 aufgeworfen wurden, sind immer noch sehr aktuell und scheinen noch nicht gelöst zu sein.

6. Weitere Forschungen sind erforderlich, um den Untersuchungen eine festere Basis zu geben. Die Forschung soll auch darauf ausgedehnt werden, ein Spraymittel für die Obstbäume zu entwickeln, das weniger giftig ist als die Bleiarseniate.

Schrifttum

[1]) Journ. of American Chemical Soc., 1908.

[2]) Zitiert nach Reeves, Journal of Economic Entomology 18, p. 83, 1925.

[3]) Bulletin 567, Dezember 1933, p. 83.

[4]) Soil Science, 42, p. 203, 1936.

[5]) Siehe Nr. 1.

[6]) Journ. of Economic Entomology 29, p. 1008, 1936.

[7]) Bulletin 21, Biologic Series

[8]) American Journ. of Public Health, April 1936, p. 369.

[9]) American Journal of Public Health, June 1922, p. 587.

[10]) Journ. of Americ. Med. Association, medico-legal abstracts, 109, p. 388, 1937.

[11]) A Manual of Pharmacology by Sollmann.

[12]) Siehe Nr. 11.

[13]) Biochem. Zeitschr. 165, p. 461, 1925.

[14]) Bulletin 1027, 1922. US Dep. of Agriculture

[15]) Bulletin 198, 1915. US Bureau of Mines.

Allgemeines Schrifttum

New England Journ. of Med. 213, p. 520, 1935.

Industrial and Engin. Chem. 24, p. 229, 1932.

Ebenda 25, p. 617, 1933.

United States Dep. of Agriculture, Bull. 113 (revidiert)

Biennal Report, Kansas State Hortic. Soc. 43.

Angew. Chem. 50, p. 81, 1937.

Compt. rend. acad. adr. France 23, p. 221, 1937.

D. Tierärztl. Wschr., Jubiläums-Nr. 1928.

Med. Journ. Australia, p. 1480, 1928.

Ebenda p. 992, 1929.

American Journ. Hygiene 13, p. 478, 1931.

New Hampshire Agr. Exp. Station, Bulletin 183, 1917.

Ztschr. Untersuch. Lebensm. 52, p. 441, 1926.

Journ. Econ. Entom. 21, p. 125, 1928.

State Hort. Soc., 38 Annual Meeting 1936.

Iowa State Coll. Journ. Science 11, p. 72, 1936.

Journ. Econ. Entom. 18, p. 83, 1935.

California Agric. Exp. Station, Bulletin 456, p. 83, 1933.

N. Y. State Journ. of Med. Febr. 1936.

Journ. Amer. Med. Ass. 92, p. 2002, 1929.

Los Angeles County Dept. of Health, Dr. G. H. Roth (noch nicht veröffentlicht).

Myers, van Dyck and Throne: Arsenic as a problem in the present day public health management.

Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 1931, S. 694.

V. Tätigkeitsbericht der kant. Zentralstelle zur Förderung des Obstbaues und der Obstverwertung in Oeschberg, vom 1. März 1931 bis 28. Februar 1932, S. 19.